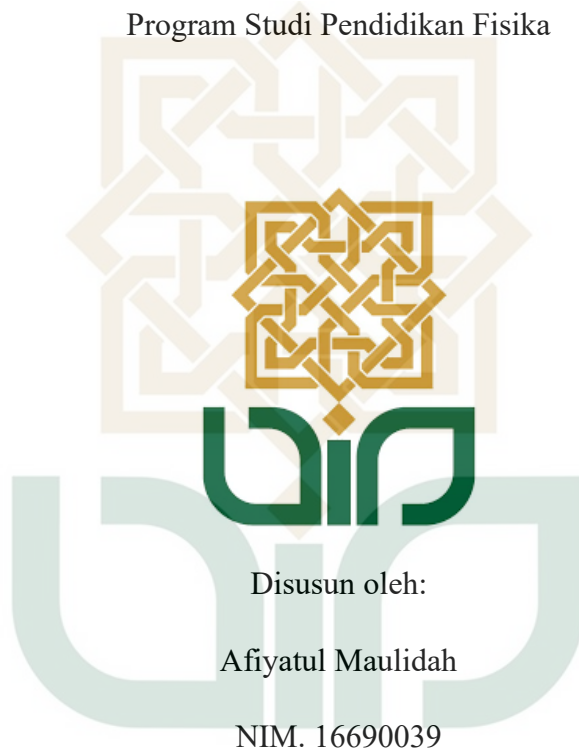


**DESAIN EKSPERIMEN VIRTUAL BERBASIS PHET (*PHYSICS
EDUCATION AND TECHNOLOGY*) PADA MATERI TEORI KINETIK
GAS UNTUK SMA/MA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat Sarjana S-1

Program Studi Pendidikan Fisika



Disusun oleh:

Afiyatul Maulidah

NIM. 16690039

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2023



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2441/Un.02/DT/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : DESAIN EKSPERIMEN VIRTUAL BERBASIS PHET PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AFIYATUL MAULIDAH
Nomor Induk Mahasiswa : 16690039
Telah diujikan pada : Senin, 14 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64e597b2e4641



Penguji I
Dr. Winarti, S.Pd., M.Pd.Si
SIGNED

Valid ID: 64e5b4d123dc5



Penguji II
Norma Sidik Risdianto, S.Pd., M.Sc., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 64e31b2089746



Yogyakarta, 14 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 64e6babe1254d



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Assalamu'alaikum wr. wb.

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afiyatul Maulidah
NIM : 16690039
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana yang berjudul “Desain Eksperimen Virtual Berbasis PhET (Physics Education and Technology) Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk SMA/MA” merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika dalam penulisan ilmiah. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi dengan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi dan digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 09 Agustus 2023





SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : Skripsi

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan

Keguruan UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara/i:

Nama : Afiyatul Maulidah

NIM : 16690039

Judul Skripsi : Desain Eksperimen Virtual Berbasis PhET (Physics Education and Technology) Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk SMA/MA

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Pendidikan Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 09 Agustus

2023 Pembimbing,

Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc.

NIP.19820322 201503 1 002

**Virtual Experiment Design Phet (Physics Education And Technology) Based
on The Subject of Gas Kinetic Theory For Senior High School**

AFIYATUL MAULIDAH

16690039

ABSTRACT

This research aims to explore the simulations developed by PhET applications for learning physics on the subject of the kinetic theory of gases.

This research is a Research and Development (R&D) study. development refers to the 4-D model which includes 4 steps, namely (1) define, (2) design, (3) develop, (4) disseminate. This research was carried out until the develop stage, limited to the assessment stage. The research instrument is a product assessment instrument validation and product assessment width. The data obtained in this research are qualitative and quantitative data. Qualitative data is criticism and suggestions from the assessor while quantitative data is the scores obtained from the assessor. Quantitative data were analyzed using a Likert scale with 5 answer options "very poor", "less", "enough", "good", "very good".

The results of this research are (1) a virtual experimental design based on PhET (Physics Education and Technology) has been developed which contains five experiments namely Boyle's law experiment, Gay-Lussac's law experiment, ideal gas equation experiment, effective gas velocity experiment, average velocity experiment . (2) products developed based on the subject experts assessment get a percentage of 87% with very good criteria (SB) and the teacher's assessment get 90% with very good criteria (SB).

Keyword: Experimental design, Virtual design, PhET, Gas kinetic theory

DESAIN EKSPERIMEN VIRTUAL BERBASIS PhET (Physics Education and Technology) PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK

SMA/MA

AFIYATUL MAULIDAH

16690039

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi simulasi yang dikembangkan aplikadi PhET untuk pembelajaran fisika pada materi teori kinetik gas.

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)*. pengembangan mengacu pada model 4-D yang meliputi 4 langkah yaitu (1) *define*, (2) *design*, (3) *develop*, (4) *disseminate*. Penelitian ini dilakukan sampai pada tahap *develop*, yang dibatasi sampai pada tahap penilaian. Instrumen penelitian berupa validasi instrumen, penilaian produk dan lebar penilaian produk. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa kritik dan saran dari penilai sedangkan data kuantitatif berupa skor yang diperoleh dari penilai. Data kuantitatif dianalisa menggunakan skala likert dengan 5 opsi jawaban “sangat kurang”, “kurang”, ”cukup”, “baik”, “sangat baik”.

Hasil penelitian ini adalah (1) telah dikembangkan desain eksperimen virtual berbasis PhET (*Physics Education and Technology*) yang memuat lima percobaan yaitu percobaan hukum Boyle, percobaan hukum Gay-Lussac, percobaan persamaan gas ideal, percobaan kecepatan efektif gas, percobaan kecepatan rata-rata. (2) produk yang dikembangkan berdasarkan penilaian ahli materi mendapatkan presentase sebesar 87% dengan kriteria sangat baik (SB) dan penilaian guru sebesar 90% dengan kriteria sangat baik (SB).

Kata kunci : desain eksperimen, eksperimen virtual, PhET, teori kinetik gas

HALAMAN MOTO

“Hanya karena seseorang belum berhasil, bukan berarti dia tidak akan pernah berhasil. Kesuksesan memerlukan waktu dan dedikasi.”

(Robert T. Kiyosaki)

“Tidak ada harapan yang tidak bercampur dengan rasa takut, dan tidak ada rasa takut yang bercampur dengan harapan.”

(Baruch Spinoza)

“Hidup bukanlah menunggu badai berlalu, tapi belajar bagaimana menari di tengah hujan.”

(Vivian Greene)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, karya tulis ini penulis persembahkan kepada:

Bapak dan ibu tersayang

Akhamad Zaeni dan Nur Azizah

Yang selalu bersabar. Mendoakan dan memberi semangat selama penyusunan tugas
akhir.

Adik

Azkiya Salsabila

Akmal Nur Fauzi

dan juga kepada almamater tercinta

Program Studi Pendidikan Fisika

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UM Sunan Kalijaga

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat yang telah diberikam sehingga skripsi / tugas akhir yang berjudul “Desain Eksperimen Virtual Berbasis PhET (*Physics Education and Technology*) Pada Materi Teori Kinetik Gas untuk SMA/MA” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dibuat sebagai kewajiban untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata satu Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Keberhasilan penyusunan skripsi ini tentu tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan ulur tangan dari berbagai pihak, untuk itu ucapan terima kasih yang tulus dan ikhlas saya sampaikan kepada yang terhormat:

1. Orang tua tercinta, Bapak Akhmad Zaeni dan Ibu Nur Azizah yang selalu memberikan doa, motivasi, dukungan, dorongan, nasihat dan kesabaran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Prof. Dr. Sri Sumarni, M.Pd selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Drs. Nur Untoro, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Dr. Winarti, S.Pd., M.Pd.Si dan bapak Norma Sidik Risdianto, S.Pd., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan masukan dalam penyempurnaan tugas akhir.
6. Segenap dosen Program Studi Pendidikan Fisika fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Seluruh keluarga dan kerabat yang selalu memberikan doa dan dukungan selama masa kuliah hingga terselesaikannya tugas akhir.
8. Sahabat-sahabat serta seluruh teman-teman atas kebersamaan dan berbagai dampak positif selama ini.

9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.

Semoga segala bantuan dan partisipasi yang diberikan kepada penulis menjadikan amal baik dan mendapat balasan dari Allah SWT. Oleh karena itu, apabila membaca skripsi ini, dengan rendah hati penulis mengharapkan koreksi, kritik, dan saran yang membangun. Penulis sangat berharap semoga tugas akhir / skripsi ini dapat membantu untuk lebih mengetahui tentang topik yang diangkat penulis.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 09 Agustus 2023



Afiyatul Maulidah



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
ABSTRACT	iv
INTISARI	v
HALAMAN MOTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	1
DAFTAR LAMPIRAN	2
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	3
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	3
G. Manfaat Penelitian	4
H. Keterbatasan Pengembangan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
A. Kajian Teori	5
1. Fisika	5
2. Media Pembelajaran	6
3. Komputer Dalam Pembelajaran Fisika.....	7
4. Desain Eksperimen	8
5. Perangkat Lunak Dalam Pembelajaran Fisika.....	8

6. Simulasi PhET (<i>Physics Education and Technology</i>).....	10
7. Teori Kinetik Gas	11
B. Kajian Penelitian Yang Relevan	19
C. Kerangka Berpikir	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Model Pengembangan.....	22
B. Prosedur Pengembangan	22
C. Penilaian Produk	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	29
A. Hasil Penelitian	29
1. Produk Awal.....	29
2. Validasi Produk Desain Eksperimen Virtual.....	31
B. Pembahasan.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
A. Kesimpulan	43
B. Keterbatasan Penelitian	43
C. Saran Pemanfaatan dan Pengembangan Desain Eksperimen Virtual	43
Daftar Pustaka.....	45
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Hubungan V dan P	12
Gambar 2. 2 Grafik Hubungan T dan P	13
Gambar 2. 3 Bejana Bentuk Kubus.....	16
Gambar 3. 1 Bagan Alur Pembuatan Produk.....	23
Gambar 4. 1 Cover Buku Siswa.....	31
Gambar 4. 2 Simulasi Percobaan Hukum Boyle.....	37
Gambar 4. 3 Simulasi Percobaan Hukum Gay-Lussac	38
Gambar 4. 4 Simulasi Percobaan Persamaan Gas Ideal.....	39
Gambar 4. 5 Simulasi Percobaan Kecepatan Efektif Gas	40
Gambar 4. 6 Simulasi Percobaan Energi Kinetik Rata-rata.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kriteria Nilai Konveksi Skala Penilaian	27
Tabel 3. 2 Kriteria Produk.....	28
Tabel 4. 1 Kritik dan Saran Validasi	32
Tabel 4. 2 Kritik dan Saran Penilaian Ahli Materi.....	33
Tabel 4. 3 KI dan KD Materi Teori Kinetik Gas	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 1 Tabel hasil validasi indasi instrumen.....	49
Lampiran 1 2 Hasil Validasi Produk Ahli Materi	61
Lampiran 1 3 Hasil Penilaian Produk Ahli Materi.....	64
Lampiran 1 4 Hasil penilaian Guru Fisika	68
Lampiran 2 1 Tabel Hasil Penilaian Ahli Materi.....	75
Lampiran 2 2 Hasil Penilaian Guru Fisika	76
Lampiran 3. 1 Curriculum Vitae	78



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang digolongkan menjadi fakta, konsep, prinsip, hukum dan teori. Teori-teori yang dipelajari dalam ilmu fisika tidak hanya bersifat konkret, tapi terdapat teori yang bersifat abstrak. Materi fisika yang teorinya bersifat abstrak sangat sulit untuk diajarkan kepada peserta didik secara langsung, seperti partikel gas dan atom pada materi teori kinetik gas.

Teori kinetik gas merupakan konsep bahwa gas terdiri dari atom yang bergerak secara acak terus menerus (Giancoli, 2001). Materi teori kinetik gas mengkaji objek fisika sampai pada tatanan atom atau partikel dalam gas ideal yang tidak dapat terlihat langsung secara kasat mata. Oleh karena itu, dibutuhkan media yang dapat menggambarkan perilaku partikel gas.

Pembelajaran fisika membutuhkan penggambaran secara visual untuk sebuah fenomenanya. Salah satu dari fenomena tersebut yaitu fenomena partikel gas yang tidak bisa dijelaskan tanpa simulasi.

Pada perkembangan teknologi saat ini terdapat aplikasi-aplikasi fisika yang dapat digunakan untuk melakukan eksperimen virtual. Seperti Physics lab, Lab Physics, Labster dan PhET. Akan tetapi dari aplikasi-aplikasi tersebut yang menyediakan simulasi untuk melakukan eksperimen virtual pada materi teori kinetik gas yang bersifat mikroskopis hanya terdapat pada aplikasi PhET.

Aplikasi PhET merupakan aplikasi berupa simulasi-simulasi yang bersifat kontekstual yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang tidak dapat dibayangkan atau tergambarkan secara nyata. Dalam aplikasi PhET juga terdapat simulasi yang bersifat teori dan percobaan yang melibatkan siswa secara aktif dan dapat memanipulasi kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan eksperimen yang dapat meningkatkan keterampilan

proses sains. Oleh karena itu dibutuhkannya aplikasi PhET untuk membantu pembelajaran dengan melakukan eksperimen virtual pada materi teori kinetik gas.

Teori kinetik gas pada aplikasi PhET salah satunya terdapat pada simulasi *gas properties*. Simulasi ini sudah bisa digunakan secara umum, akan tetapi dalam penggunaannya PhET belum ada panduan khusus sehingga guru di SMA sulit untuk menggunakan PhET karena di dalam PhET menggunakan bahasa inggris dan belum mengidentifikasi apa saja yang bisa diukur dari simulasi yang ada di aplikasi PhET.

Peneliti melakukan pencarian penelitian yang sudah melakukan desain eksperimen pada simulasi *gas properties* untuk dijadikan acuan produk yang akan dibuat. Ada beberapa penelitian yang sudah menggunakan aplikasi PhET pada simulasi gas properties. Simulasi gas properties dapat membantu proses pembelajaran menggunakan metode problem solving tentang hukum-hukum gas ideal (Retnowati, 2016). Akan tetapi pada penelitiannya hanya menggunakan satu simulasi pada materi hukum boyle dan hukum gay lussac.

Penelitian lain dilakukan oleh (Maulidda, 2019) yang menggunakan PhET yang berfokus pada pengaruh PhET terhadap hasil belajar dengan membuat LKPD pada materi gas ideal dan hukum-hukum yang berkaitan dengan gas ideal. Pada penelitian tersebut menggunakan simulasi gas properties versi lama yang didalamnya belum terdapat simulasi *energy*.

Berdasarkan uraian diatas peneliti dapat menyimpulkan bahwa simulasi gas properties dapat digunakan untuk pembelajaran fisika pada materi teori kinetik gas dengan menggunakan simulasi versi baru yang belum pernah digunakan untuk penelitian. Selain itu pada simulasi PhET belum adanya panduan khusus untuk praktikum. Oleh karena itu, berdasarkan uraian tersebut, peneliti bermaksud melakukan desain eksperimen menggunakan aplikasi PhET untuk SMA/MA pada materi teori kinetik gas khususnya pada simulasi *gas propoerties* versi baru.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat diambil identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Dibutuhkan media yang dapat menggambarkan perilaku partikel gas
2. Dibutuhkannya aplikasi PhET untuk membantu eksperimen virtual
3. Belum adanya desain eksperimen pada simulasi *gas properties* sehingga dibutuhkannya desain eksperimen untuk membantu penggunaan simulasi *gas properties*.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu desain eksperimen pada simulasi *gas properties* yang dikembangkan menggunakan aplikasi PhET hanya bisa digunakan menggunakan aplikasi PhET.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana desain-desain eksperimen virtual simulasi *gas properties* dalam PhET untuk pembelajaran fisika pada materi teori kinetik gas.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengeksplorasi simulasi yang dikembangkan aplikasi PhET untuk pembelajaran fisika pada materi teori kinetik gas.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang bertujuan untuk menjelaskan karakteristik produk yang akan dikembangkan.

Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini adalah produk berupa desain eksperimen virtual berbasis PhET dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Produk yang dikembangkan berupa desain eksperimen virtual berbasis PhET yang terdiri atas halaman judul, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, judul percobaan, Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), IPK, tujuan percobaan, pengantar percobaan,

alat dan bahan, skema percobaan, langkah-langkah percobaan, tabel hasil percobaan, evaluasi daftar pustaka dan skor penilaian.

2. Desain eksperimen virtual yang dikembangkan berisi materi teori kinetik gas yang terbagi menjadi lima percobaan, yaitu hukum Boyle, hukum Gay-Lussac, persamaan gas ideal, kecepatan efektif gas dan energi kinetik rata-rata.

G. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini bagi guru dan siswa sebagai perantara untuk memudahkan memahami materi teori kinetik gas dan sebagai panduan untuk mengeksplorasi materi teori kinetik gas pada simulasi *gas properties*. Bagi peneliti selanjutnya sebagai sumber referensi.

H. Keterbatasan Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian R&D dengan model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Shivasailam, dkk yang membagi menjadi 4 tahapan, yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perencanaan (*desain*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*dessimanate*). Namun, untuk penelitian ini di batasi hanya sampai pada tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (*develop*) dan sampai penilaian pendidik (guru).

I. Definisi Istilah

Beberapa istilah yang perlu diketahui dalam penelitian pengembangan ini yaitu :

1. Desain adalah membuat atau mengerjakan rencana untuk merancang sesuatu.
2. Eksperimen virtual yaitu percobaan yang dilakukan untuk menentukan validitas hipotesis secara tidak langsung.
3. PhET (*Physics Education and Technology*) merupakan aplikasi berupa kumpulan simulasi yang mengandung unsur pembelajaran dan berfungsi untuk menjelaskan konsep tertentu yang dibuat oleh Universitas Colarado.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penelitian ini menghasilkan desain-desain eksperimen pada aplikasi PhET (Physics Education and Technology) khususnya pada simulasi gas properties yang meliputi analisis kebutuhan peserta didik dan analisis materi. Analisis kebutuhan tersebut ditindak lanjuti dengan pemilihan media menggunakan aplikasi PhET yang dikembangkan berupa desain eksperimen virtual.
2. Kualitas produk desain eksperimen virtual berbasis PhET pada materi teori kinetik gas dinilai sangat baik oleh ahli materi dengan presentase 87% dan guru fisika dengan presentase 90%.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan ini memiliki beberapa keterbatasan penelitian yaitu hanya sampai pada tahap develop dan hanya sampai penilaian, tanpa dilakukan uji coba terbatas dan uji coba luas, dikarenakan beberapa hal yang pertama, sulitnya mencari waktu untuk masuk ke dalam kelas, yang kedua keterbatasan peneliti dalam hal biaya untuk melaksanakan uji coba terbatas dan uji coba luas, serta keterbatasan waktu dalam melakukan penelitian.

C. Saran Pemanfaatan dan Pengembangan Desain Eksperimen Virtual

1. Saran pemanfaatan desain

Peneliti mengharapkan agar hasil dari desain eksperimen virtual berbasis PhET pada materi teori kinetik gas untuk SMA/MA dapat digunakan oleh peserta didik sebagai salah satu media pembelajaran sebagai pengganti praktikum khususnya pada sekolah yang tidak memiliki alat-alat untuk praktikum. Selain itu, peserta didik juga dapat mengeksplorasi percobaan dengan desain yang sudah dibuat.

2. Pengembangan desain eksperimen virtual

Pada penelitian pengembangan ini peneliti hanya mengembangkan aplikasi PhET dengan membuat desain-desain eksperimen sampai pada prosedur pengembangan tahap develop (penilaian) sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap Dessimante (penyebarluasan) agar produk yang dihasilkan lebih baik.



Daftar Pustaka

- Afiana, E. (2017). *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Simulasi PhET Pada Pokok Bahasan Teori Linetik Gas*. Yogyakarta: Universitas Jember.
- Albertus, D. (2012). Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Laboratorium Virtual (Virtual Laboratory) pada Pembelajaran Fisika di MP/MTs. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 272.
- Arikunto, S. (2007). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Bina Aksara.
- Arsyad, A. (2016). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Creswell, J. (2012). Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research. Dalam *Education Reseach*. New York: Pearson.
- Djamarah, Bahri, S., & Zain, A. (2010). *Strategi Belajar Mengajar*. Rineka Cipta.
- fauziah, i. n. (2022). *eksperimen konseptual pada tumbukan untuk pembelajaran fisika sekolah menengah*. yogyakarta: universitas islam negeri sunan kalijaga.
- Finkelstein, N. (2006). *Physics Education Technology Project*. Merlot Journal of Online Learning and Teaching.
- Firdaus, T., D.A, I. A., & Wahyuningrum, D. (2013). Peran Program PhET Dalam Pembelajaran Fisika.
- Giancoli. (2001). *Fisika Edisi kelima jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Gunawidjaja, P. N., Suryanti, R., & Untung, S. H. (2016). *Pengembangan Eksperimen Fisika Berbasis Komputer*. Parahyang: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyang.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). Physics. Dalam W. Hardani, A. M. Drajat, & L. Simarmata, *Fisika Dasar* (hal. 559). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Haryadi, B. (2009). *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Indriyani, L. (2016). *Pengaruh Penggunaan Simulasi PhET Dengan Model Problem Solving Terhadap Minat Belajar Siswa Pada Pembelajaran*

- Tentang Hukum Boyle dan Gay Lussac di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Prambanan dan SMA Negeri 2 Klaten.* Yogyakarta: Kearsipan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma.
- Machin, A. (2014). Implementasi Pendekatan Saintifik, Penanaman Karakter dan Konservasi Pada Pembelajaran Materi Pertumbuhan. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPI)*, 28-35.
- Makransky, Guido, Thisgaard, M., & Gadegaard, H. (2016). Virtual Simulations as Preparation for Lab Exercises. *Assesing Learning of Key Laboratory Skills in Microbiology and Improvement of Essential Non-Cognitive Skills* (hal. 1-11). PLoS ONE.
- Maulidda, E. (2019). *pengaruh media PhET terhadap hasil belajar peserta didik pada materi teori kinetik gas kelas XI di SMAN 1 darul imarah.* banda aceh: Universitas Islam Negeri ar-raniry darussalam.
- Musyarofah. (2006). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Sains Bidang Kimia SMP/MTs Kelas IX Berdasarkan Kurikulum SMP 2004. *FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.*
- Nurachmadani, S. (2009). *Fisika 2 Untuk SMA/MA kelas XI.* Pusat Pembukuan Departemen Pendidikan.
- Retnowati, F. M. (2016). *pengaruh penggunaan media simulasi PhET dengan metode pembelajaran problem solving terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa pada pokok bahasan hukum-hukum tentang gas ideal di SMA negeri 2 klaten dan SMA negeri 1 prambanan.* yogyakarta: universitas sanata dharma.
- Safrina, K., M. Ikhsan, & A. Ahmad. (2014). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri Melalui Pembelajaran Kooperatif Berbasis Teori Van Hiele. *Jurnal Dikdaktik Matematika*, 1, 9-20.
- Sarwono, Sunaroso, & Suyatman. (2009). *Fisika 2 Mudah dan Sederhana untuk SMA/MA kelas XI.* Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan.
- streinberg, R. N. (2000). computer in teaching science: to simulate or not simulate? *american journal of physics*, 68.
- Sudijono. (2014). *Pengantar Statistik Indonesia.* Jakarta: Rajawali Pers.

- Sukmadinata, N. (2013). *Pengembangan Kurikulum : Teori dan Praktek*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Thoha Firdaus, Irnin Agustina D.A, Dessy Wahyuningrum. (2013). *Peran Program PhET dalam Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Utami, T. (2021). *Eksperimen Konseptual Pada Suspensi Kendaraan Untuk Pembelajaran Fisika Sekolah*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Widdoyoko, E. P. (2013). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2022, September 21). *PhET: Simulation That Enhance Learning*. Diambil kembali dari Education Forum: <http://sciencemag.org>
- Wina Sanjaya. (2012). *media komunikasi pembelajaran*. jakarta: kencana.
- Winayarti, E. (2012). Analisis Pengembangan Model Pembelajaran "Wisata Lokal" pada Pembelajaran Sains. *LPPM UNIMUS*, 173.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2014). University Physics. Dalam A. L. Ford, *University physics with Modern Physics* (hal. 1). Santa Barbara: university of california.